



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOCTENIA/FITOSSANIDADE

WESLEY DA SILVA MOURA

EFEITO RESIDUAL E TEMPO DE EXPOSIÇÃO À ABAMECTINA EM *Aceria guerreronis* KEIFER: IMPLICAÇÕES DO USO DE ADJUVANTES EM CAMPO

FORTALEZA

2025

WESLEY DA SILVA MOURA

EFEITO RESIDUAL E TEMPO DE EXPOSIÇÃO À ABAMECTINA EM *Aceria guerreronis* KEIFER: IMPLICAÇÕES DO USO DE ADJUVANTES EM CAMPO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como parte das exigências requeridas para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª. Dra. Érica Costa Calvet

FORTALEZA

2025

WESLEY DA SILVA MOURA

EFEITO RESIDUAL E TEMPO DE EXPOSIÇÃO À ABAMECTINA EM *Aceria guerreronis* KEIFER: IMPLICAÇÕES DO USO DE ADJUVANTES EM CAMPO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como parte das exigências requeridas para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 14/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Érica Costa Calvet (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Debora Barbosa de Lima Melo
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Antônio de Almeida Paz Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, a minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus e Sagrada Família, que por mais que não seja tão religioso quanto um dia já fui, nunca deixei de ser grato pelo dom da minha vida e pelos cuidados que me fornecem.

Aos meus pais, Aureniza e Everaldo, que sempre me educaram e me amaram como sou e sempre acreditaram em minhas escolhas, me escutando, me acolhendo e sempre orgulhosos de meus feitos e conquistas.

A minha querida madrastra Natalia, com que sempre pude também compartilhar e comemorar meus feitos e que é parte importante da minha família.

Aos meus amados irmãos, Íthalo, Luiz Miguel, Maria Noemia, Luiz Levi e Maria Alice, pelo seu amor, carinho e afeto. Vocês sempre serão minhas fontes de orgulho.

Aos meus avós maternos e paternos, Aureliano, Noilza, José Maria e Stela, que sempre dedicaram amor e atenção a mim, e que aprenderam a ser avós comigo, meu eterno profundo respeito e amor a eles. Em especial aos meus dois avôs já falecidos a minha eterna saudade, pois aos olhos de vocês eu nunca deixei de ser um menino.

Aos meus tios, Bruno, Aureliano “Lerim”, Fabio, Aucilene “Tininha”, Aurilene “Lôra”, Daniele “Niele”, Wellington “Zinzim” e Edson “Legal” pelo seu carinho, amor e apoio mesmo sem nem sempre saber o meu trabalho. Aos meus primos Ana Luiza, Mateus, Yohanna, Wenington pelas conversas divertidas e os momentos engraçados, mesmo passando tempos sem nos vermos.

Aos meus amigos Wendel, Marina, Jardel, Marcos, Wellington e Neverton pelos momentos divertidos e sempre memoráveis e pelo apoio as segundas chances. Ao nosso amigo Rafael que Deus sempre o tenha em seu eterno cuidado.

A meu amigo Tássio, que mesmo sem nos vermos com frequência, nunca parece que passou um dia. A minha querida amiga Andrieli, a qual sempre foi a voz da minha consciência e aquela que sempre pude confiar meus segredos.

Aos meus amigos de laboratório, atuais e do passado, Adson, Davi, Valentine, Gisele, Pamela, Paulo, Jady, Edilaine, Ramony, Gabryellen, Juliana, Ellen, Yago, Jackson, Jairo e Samuel obrigado pela escuta, pelos conselhos, pela ajuda, pelas fofocas e pelos risos intensos.

A Kele, Medeiros e Messias pelos bons momentos, por serem pessoas maravilhosas e que

sempre estiveram dispostas a me ajudar em cada desafio das disciplinas que fizemos juntos.

A Dra. Nivia Dias, que me recebeu e confiou em mim como bolsista durante alguns meses na EMBRAPA e a Lucas e Dalila, amigos que lá fiz que tanto me ensinaram muito e riram muito comigo.

Ao grupo GFrut de atenciosamente disponibilizou a área com as plantas para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos profs. Antônio Paz-Neto, Rosilene, Lamartine, Rosemeire, Kilmer, Raul, Miriam, José Carlos, Mayara pelas conversas, ensinamentos e dedicação ao magistério.

Ao grande prof. Marcio Cleber, que será lembrado eternamente por sua paciência com os estudantes, seu amor pela fruticultura, sua competência na formação de alunos de graduação e pós-graduação, e seu trabalho pelo curso de agronomia. Muito obrigado por tudo professor, que Deus o guarde sempre em bom lugar.

A profa. Renata de Matos por ter me aceitado já no final da graduação como seu bolsista e bem como minha orientadora de estágio.

À minha orientadora Prof.^a Érica Costa Calvet, a qual sem ela eu não estaria aqui e não teria aprendido tanto, me cativado tanto e me apaixonado tanto por esse incrível micromundo dos ácaros.

"Nunca seja cruel, nunca seja covarde – e nunca, jamais coma peras! Lembre-se: O ódio é sempre insensato e o amor é sempre sábio. Tente sempre ser bom, mas nunca falhe em ser gentil. Ria muito. Corra rápido. Seja gentil. Doutor, eu te deixo ir." (Peter Capaldi – 12º Doutor, 2017).

RESUMO

O controle *Aceria guerreronis* Keifer na cultura do coqueiro é um desafio aos produtores, pois o crescimento das colônias sobre as brácteas o torna protegido do contato com os acaricidas. Sendo assim, depende-se da contaminação dos ácaros durante sua dispersão pelo efeito residual dos produtos aplicados, e a adição de adjuvantes podem gerar benéficos nesse efeito, podendo mesmo prolongá-lo. Objetivou-se determinar o tempo de contaminação do produto comercial VERTIMEC® 18 EC (Abamectina) sobre *A. guerreronis* para causar mortalidade e avaliar o efeito da adição de adjuvantes em seu tempo residual em campo. Para o Bioensaio para tempo de exposição e mortalidade em laboratório arenas experimentais com fragmentos de folíolos (2x4 cm) foram imersos nos tratamentos VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha) e controle (água destilada), e deixados secar expostos ao ar por 20 minutos, para depois transferir 30 indivíduos de maior tamanho de *A. guerreronis* que ficaram expostos ao resíduo nos tempos de 15 min, 30 min, 60 min e 120 min. Após cada tempo os ácaros foram transferidos para uma nova arena experimental com fragmento sem produto e mortalidade avaliada após 12h. Para o Bioensaio de tempo residual em campo 4 plantas foram pulverizadas com os tratamentos: Controle negativo (apenas com água), Controle positivo (VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha), VERTIMEC® 18 EC + Silwet 0,25 % v/v e VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil 0,25 % v/v. Os folíolos coletados nos tempos de 24h, 72h e 144h após pulverizados para a montagem das unidades experimentais, sendo transferidos 30 indivíduos de maior tamanho de *A. guerreronis* e a mortalidade avaliada após 12h. Para o bioensaio de tempo de contaminação, a proporção de mortalidade diferiu significativamente entre os tratamentos ($\chi^2 = 82,33$; gl = 4; $p < 0,001$), onde o tratamento com 120 min apresentou mortalidade significativamente maior que todos os demais. Para o bioensaio em campo, os tratamentos Vertimec e Vertimec + Speed Oil, 144h após aplicação, a mortalidade apresentou diferença significativa ($\chi^2 = 16,50$; gl = 2; $p < 0,001$), onde o tratamento VERTIMEC® 18 EC apresentou mortalidade significativamente maior que o controle ($p = 0,005$), enquanto VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil não diferiu do controle ($p = 0,447$). O tratamento VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG, a proporção de mortalidade diferiu significativamente entre os tratamentos 24 h após a pulverização ($\chi^2 = 28,34$; gl = 1; $p < 0,001$), apresentando mortalidade significativamente maior em comparação ao controle resultado corroborado pelo teste de Wilcoxon rank-sum ($W = 34,5$; $p < 0,001$). Porém, 72 h após a pulverização, não foi detectada diferença estatisticamente significativa na proporção de mortalidade entre o controle ($\chi^2 = 3,68$; gl = 1; $p = 0,055$). Fatores abióticos como chuvas podem influenciar na permanência produtos com bases diferentes de maneiras ainda não completamente entendidas, principalmente quando ocorrem menos de 24h após a pulverização, reduzindo a eficiência das aplicações, entretanto mais estudos são necessários para entender como ocorre a interação entre as caldas e esses fatores, para que se possa desenvolver estratégias para mitigá-la.

Palavras-chave: ácaro-da-necrose; *Cocos nucifera*; surfactante.

ABSTRACT

Controlling *Aceria guerreronis* Keifer in coconut crops is a challenge for producers, as the growth of colonies on bracts protects them from contact with acaricides. Therefore, control depends on the contamination of mites during their dispersal by the residual effect of applied products, and the addition of adjuvants can improve this effect, even prolonging it. This study aimed to determine the contamination time of the commercial product VERTIMEC® 18 EC (Abamectin) on *A. guerreronis* to cause mortality and to evaluate the effect of adding adjuvants on its residual time in the field. For the bioassay for exposure time and mortality in the laboratory, experimental arenas with leaflet fragments (2x4 cm) were immersed in VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha) and control (distilled water) treatments, and left to dry exposed to air for 20 minutes. Then, 30 larger *A. guerreronis* individuals were transferred and exposed to waste for 15 min, 30 min, 60 min, and 120 minutes. After each time point, the mites were transferred to a new experimental arena with a fragment without product, and mortality was evaluated after 12 hours. For the residual time bioassay in the field, 4 plants were sprayed with the following treatments: Negative control (water only), Positive control (VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha), VERTIMEC® 18 EC + Silwet 0.25% v/v, and VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil 0.25% v/v. Leaflets were collected at 24h, 72h, and 144h after spraying to set up the experimental units. Thirty of the largest *A. guerreronis* individuals were transferred, and mortality was assessed after 12h. For the contamination time bioassay, the mortality rate differed significantly between treatments ($\chi^2 = 82.33$; $df = 4$; $p < 0.001$), with the 120-minute treatment showing significantly higher mortality than all others. For the field bioassay, the Vertimec and Vertimec + Speed Oil treatments, 144 h after application, showed a significant difference in mortality ($\chi^2 = 16.50$; $df = 2$; $p < 0.001$), where the VERTIMEC® 18 EC treatment showed significantly higher mortality than the control ($p = 0.005$), while VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil did not differ from the control ($p = 0.447$). For the VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG treatment, the mortality rate differed significantly between treatments 24 h after the interval ($\chi^2 = 28.34$; $df = 1$; $p < 0.001$), showing significantly higher mortality compared to the control, a result corroborated by the Wilcoxon rank-sum test ($W = 34.5$; $p < 0.001$). However, 72 hours after the date, no statistically significant difference was detected in the mortality rate between the control ($\chi^2 = 3.68$; $df = 1$; $p = 0.055$). Abiotic factors such as rainfall can influence the persistence of products with different bases in ways that are not yet fully understood, especially when they occur less than 24 hours after the explosion, weakening the efficiency of the applications. However, more studies are needed to understand how the interaction between the spray solutions and these factors occurs, so that strategies can be developed to mitigate it.

Keywords: coconut mite; *Cocos nucifera*; surfactant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui área experimental.....	23
Figura 2 – Mortalidade por tempo de exposição.....	25
Figura 3 – Mortalidade após exposição do produto em campo (A) 24h, (B) 72h e (C) 144h.	26
Figura 4 – Efeito residual na mortalidade de Vertimec.....	28
Figura 5 – Efeito residual na mortalidade de Vertimec + Speed Oil.....	29
Figura 6 – Mortalidade após exposição do produto em campo para Vertimec + Silwet. (A) 24h, (B)72h	30
Figura 7 – Efeito residual na mortalidade de Vertimec + Silwet.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Classificação botânica e morfologia do coqueiro	15
2.2	Importância socioeconômica da cultura do coqueiro	16
2.3	Pragas na cultura do coqueiro	16
2.4	Morfologia e biologia de <i>Aceria guerreronis</i>	18
2.5	Estratégias de dispersão de <i>Aceria guerreronis</i>	18
2.6	Perdas ocasionadas pela infestação	19
2.7	Controle químico	20
2.8	Adjuvantes	20
3	OBJETIVOS	21
4	MATERIAIS E METODOS	21
4.1	Coleta dos ácaros	21
4.2	Bioensaio de efeito do tempo de exposição sobre a sobrevivência de <i>A. guerreronis</i>	22
4.3	Bioensaio de tempo residual em campo	22
4.3.1	<i>Caracterização da área experimental</i>	22
4.3.2	<i>Caracterização dos produtos</i>	23
4.3.3	<i>Bioensaio</i>	23
4.4	Análise estatística	24
5	RESULTADOS	25
6	DISCUSSÃO	31
7	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) está entre as frutíferas mais difundidas no mundo. O Brasil destaca-se como o quinto maior produtor do fruto, e o estado do Ceará responsável por 28% da produção nacional, com quase 600.000 frutos produzidos no ano de 2024 (IBGE, 2025). No país, a produção de coco é destinada principalmente para a obtenção de produtos como água de coco, coco seco *in natura*, leite de coco e coco ralado (Brainer, 2020).

Uma das principais limitações da produção de coco no Brasil é a falta de um manejo integrado de pragas eficiente. A cultura é afetada por uma grande diversidade de artrópodes-praga, que atuam desde a fase de implantação do coqueiral até o final de sua fase produtiva. A incidências dessas pragas é agravada pela característica perene e pela produção contínua, o que impossibilita a quebra de ciclos biológicos para a redução populacional dos artrópodes-pragas presentes (Ferreira *et al*, 2018).

Dentre os artrópodes presentes nos coqueirais brasileiros, podemos destacar uma grande e complexa acarofauna com grupos que variam de ácaros fitófagos, podendo ser considerados praga pelos danos causados, e pela presença de ácaros predadores (Lawson-Balagbo, 2008). Dentre os ácaros-praga podemos dividir naqueles que se alimentam das folhas como *Raoiella indica* Hirst (Trombidiformes: Tenuipalpidae) e *Tetranychus mexicanus* McGregor (Trombidiformes: Tetranychidae), e aqueles que causam injurias diretamente nos frutos como *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Trombidiformes: Tarsonemidae), *Amrineus cocofolius* Flechtmann (Trombidiformes: Eriophyidae), e *Aceria guerreronis* Keifer (Trombidiformes: Eriophyidae), sendo este último considerado o artrópode-praga mais importante da cultura (Teodoro *et al.*;2018).

Aceria guerreronis alimenta-se na região meristemática dos frutos, abrigando-se sob as brácteas, onde desenvolve sua população (Moore e Howard, 1996). A presença de *A. guerreronis* nos frutos é identificada pela ocorrência de lesões cloróticas triangulares, que se iniciam na base das brácteas e, com o passar do tempo, tornam-se necróticas e amarronzadas (Howard, 2001). O ataque de *A. guerreronis* reduz o potencial de comercialização dos frutos, reduzindo em 60% dos frutos colhidos por cacho, há diminuição de 28% do albúmen líquido e as machas necróticas desestimulam os consumidores de adquirir tais frutos quando estes estão disponíveis (Rezende *et al.*, 2016).

O uso de acaricidas constitui a principal forma de controle para *A. guerreronis*,

entretanto este é desafiador, pois devido ao hábito de vida abrigado, tem-se uma barreira física criada pelas brácteas e que impede a exposição dos ácaros aos produtos fitossanitários (Silva *et al.*, 2017; Moore 2000; Ramaraju *et al.* 2002; Lawson-Balagbo *et al.* 2007; Galvão *et al.* 2011; LIMA *et al.* 2012). A eficiência dessa forma de controle está ligada a frequência das pulverizações, ocorrendo desde o início do estágio produtivo da planta, e que pode acarretar aumento do custo de produção (Hernández, 1977; Moore e Howard, 1996; Ramaraju *et al.* 2002; Rezende, 2014). Entre os produtos registrados para o controle de *A. guerreronis*, que também podem ser encontrados para o nome erroneamente registrado “*Eriophyes guerreronis*”, os princípios ativos da abamectina e espiroclorfenol representam mais de 60% dos registros (Agrofit, 2025).

A abamectina é um composto secundário gerado pelo processo de fermentação da bactéria *Streptomyces avermitilis*, e possui efeitos no sistema nervoso, atuando como modulador alostérico do canal de cloreto ativado por glutamato (GluCl), que gera uma paralisia em ácaros e insetos que os leva à morte (BPDB, 2025). Ademais, como propriedades químicas, a abamectina possui baixa solubilidade em água, mas alta em óleo (Log Kow 4,4, Pka 0), e apesar de não ser um composto volátil, possui baixa persistência no ambiente (BPDB, 2025). Uma estratégia para prolongar a permanência das moléculas de Abamectina em campo é pela melhoria da formulação e pela adição de adjuvantes na composição das caldas (Kissmann, 1998; Vargas *et al.*, 2006). Os adjuvantes são compostos que não possuem efeito letal, mas que vão melhorar características da pulverização ou da ação do ingrediente ativo. Podem ter origem orgânicas, como o caso dos óleos vegetais, ou inorgânicas como os óleos minerais, a base de siliconados ou organossiliconados.

Diante do desafio de manejo fitossanitário de *A. guerreronis* ponta do hábito abrigado e do curto tempo em que o ácaro se expõe aos produtos aplicados durante sua dispersão, buscou-se neste trabalho avaliar o tempo de exposição de *A. guerreronis* a Abamectina necessário para causar mortalidade até 12h, e qual o potencial de aumento da permanência da Abamectina em condições de campo quando combinada a adjuvantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Classificação botânica e morfologia do coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.), é uma palmeira de grande porte fazendo parte da família Arecaceae e única espécie de seu gênero, podemos destacar duas variedades que possuem maior valor econômico e agrônômico, a *typica* (gigante) e a *nana* (anão), bem como seu híbrido (Aragão *et al.*, 2001). Podendo alcançar 20 metros de altura na variedade gigante, onde o estipe pode chegar aos 20 a 30 centímetros de diâmetro, não possui ramificações. Suas folhas do tipo penada quando totalmente maduras podem ter 6 metros de comprimento e são compostas por folíolos, cerca de 200 a 300, dispostos pela raquis da folha e medindo entre 90 e 120 centímetros (Passos, 2018).

A quantidade de folhas varia entre 25 e 30 de acordo com a variedade, assim como o número de folhas emitidas por ano, sendo de 12 a 14 para os coqueiros-gigantes e 18 para o coqueiro-anão, e que entrarão em senescência após 3 anos. O sistema radicular das plantas é fasciculado, característico das plantas da classe Monocotyledoneae, sendo dividido em raízes primárias, cuja principal função é a sustentação, e secundárias e terciárias com as funções de absorção de água e nutrientes do solo, e que concentram a maior parte de sua massa, 70% a 90%, a 1 metro de raio do estipe e de 20 a 60 centímetros de profundidade (Passos, 2018).

As inflorescências, protegidas por longas brácteas que formam uma espata, aparecem nas axilas foliares e se abrem após 3 a 4 meses expondo o pedúnculo e a raquis de onde partem as espiguetas com as flores. Por ser uma planta monoica, as flores são separadas de acordo com a posição na espiguetas, sendo as mais basais femininas e as mais a ponta masculinas, sendo as últimas muito mais abundantes (Passos, 2018).

O fruto, uma drupa, é formado por epicarpo, uma camada externa lisa, mesocarpo como uma camada fibrosa e endocarpo como uma camada dura no interior do fruto, e dentro desta última temos a presença dos albumens líquidos e sólidos, cujas quantidades irão variar como tempo de maturação do fruto. Os frutos também apresentam grande variação de cor, peso e formato de acordo com a variedade das plantas (Aragão, 2002).

Dentre as variedades cultivadas no Brasil, o coqueiro gigante, que possui frutos maiores, tem como principal finalidade a colheita de frutos secos, os quais se destinam a comercialização em natura ou como ingrediente para a indústria alimentícia. A variedade coqueiro-anão é voltada para a produção de água, apesar de seus frutos serem menores, e o que levou ao desenvolvimento do híbrido entre as duas variedades que possui estatura menor

que o gigante, frutos maiores que o anão e uma produtividade intermediária, além de apresentar outras qualidades do ponto de vista agrônomo (Martins e Jesus, 2014).

2.2 Importância socioeconômica da cultura do coqueiro

O Brasil é o quinto maior produtor de coco do mundo, ficando atrás da Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka, participando com 4,5% da produção, tendo alcançado em 2024 uma produção em mais de 2 bilhões de frutos em uma área total de 187.164 mil hectares, onde os frutos são destinados principalmente para os mercados de coco seco *in natura*, coco ralado, leite de coco e água de coco (Brainer, 2020; IBGE, 2025).

A região Nordeste é responsável por 70% da produção nacional e com mais de 80% das áreas cultivadas em seu território, entretanto é a região que possui a menor produtividade em reais por hectare e menor preço dos frutos, o que pode ocorrer por conta das grandes áreas de coqueiro-gigante presentes e ainda baixa adoção de novas tecnologia (Brainer, 2020).

O Ceará lidera o ranking de maior produção nacional, tendo no ano de 2024 cerca de 28% da produção nacional, produzindo mais de 600 milhões de frutos em uma área de 44.161 hectares, tendo como destaques para as cidades de Paraipaba e Acaraú, onde se tem perímetros irrigados de grande importância para a cultura, e que sozinhas representam cerca de 44% do valor de produção do estado, algo em torno de 270 milhões de reais (IBGE, 2025). Perspectivas positivas para o crescimento do setor são advindas principalmente da expansão dos mercados do leite de coco e da água de coco, já que a busca por uma alimentação mais saudável da população os torna escolhas ideais para tal (Brainer, 2021).

2.3 Pragas na cultura do coqueiro

O coqueiro é afetado por diversos artrópodes-praga diferentes, dentre insetos e ácaros, atuando em todas as fases de sua vida e que podem ir de redução da produção a morte da planta, e variando de acordo com a região, as condições de clima, a flora nativa ou cultivada próxima e os tipos de controle empregado (Ferreira *et al*, 2018). Por grande parte dos cultivos no país possuem baixo nível tecnológico e financeiro, sendo pequenos produtores ou agricultura familiar, a presença destes artrópodes-praga torna-se constante e perdas consideráveis pela falta de controle efetivo são observadas (Brainer *et al*, 2020).

Dentre os insetos, podemos citar as coleobrocas da ordem Coleoptera que causam injúrias às plantas tanto na fase larval quanto adulta, e em especial a broca-do-olho-do-

coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, (Coleoptera: Curculionidae), que também pode atuar como vetor do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard (Nemata, Aphelchida: Aphelencoides), causador da doença anel vermelho (Da Silva *et al*, 2025). Temos também Lepidópteros-praga causadores de danos indiretos, como as lagartas desfolhadoras *Brassolis sophorae* Linnaeus (Lepidopte: Nymphalidae), e danos diretos as frutos como o caso da traça-das-flores-e-frutos novos *Atheloca bondari* Heinrich. (Lepidoptera: Pyralidae) (Paz-Neto *et al.*, 2019; Ferreira *et al*, 2018; Oehlschlager *et al.*, 2002).

Insetos sugadores como os Hemípteras também são pragas importantes da cultura, sendo possível citar a mosca-branca-do-coqueiro (*Aleurodicus pseudugesii* Martin (Hemiptera: Aleyrodidae)), o pulgão-preto-do-coqueiro (*Cerataphis lataniae* Boisduval (Hemiptera: Aphididae)) e as Cochonilhas-transparentes-do-coqueiro (*Aspidiotus* spp. (Hemiptera: Diaspididae)), sendo estas últimas pragas que tem causado serias perdas econômicas nos cultivos de coqueiro nas Filipinas (Alcasid-Quiñones *et al.*, 2025). A alimentação destes causa clorose nas folhas e permite o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp. que recobre folhas e frutos com uma crosta escura, reduzindo assim a capacidade fotossintética da planta (Ferreira *et al*, 2018).

O coqueiro possui uma rica acarofauna, sendo tanto de espécies fitófagas quanto de predadores presentes em praticamente toda a parte aérea da planta (Navia *et al*, 2005; Lawson-Balagbo *et al.*, 2008). A ação das espécies praga podem causar danos indiretos, como a redução da capacidade fotossintética das folhas para as espécies que delas se alimentam, ou danos diretos por ácaros que se alimentam na zona meristemática dos frutos causando deformações e reduzindo os rendimentos de água e copra (Melo *et al*, 2018; Moore *et al.*, 1989; Haq *et al.*, 2002; PAUL e MATHEW, 2002).

Os ácaros-praga que mais causam prejuízos na cultura podem ser agrupados em duas famílias e uma superfamília, estas sendo Tenuipalpidae, representada pelo ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, praga exótica que tem como hospedeiro plantas das famílias Arecaceae e Musaceae; Tarsonemidae na qual temos *Steneotarsonemus concavuscutum* e *Steneotarsonemus furcatus* que causam manchas necróticas longitudinais nos frutos (De Azevedo *et al.*, 2022; Beltão-França *et al.*, 2025). E a superfamília Eriophyoidea que possui o ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* Keifer, considerado o mais importante artrópode-praga do coqueiro por causar necroses nos frutos que reduzem seu tamanho, produção de água e copra (Navia *et al*, 2005, Lawson-Balagbo *et al.*, 2008).

2.4 Morfologia e biologia de *Aceria guerreronis*

Aceria guerreronis é um ácaro pertencente a superfamília Eriophyoidea e família Eriophyidae. Foi descrito inicialmente no México, região de Guerreiro, sendo posteriormente detectado nos demais países das Américas, bem como na África e Ásia. O ácaro possui um corpo alongado e vermiforme, de coloração branco-amarelada com apenas 2 pares de pernas, e cujas fêmeas adultas possuem entre 205 e 255 µm de comprimento e 36 e 52 µm de largura (Keifer, 1965).

Aceria guerreronis possui as fases de seu ciclo semelhante a outros ácaros da superfamília, e que podem ser definidas como ovo, larva, ninfa imatura e adultos, sendo as fases imaturas muito similares morfológicamente a adulta, diferenciando-se apenas por conta das aberturas genitais e diferença de tamanho (Manson e Oldfield, 1996).

Estudos de biologia deste ácaro sob os efeitos de diversas temperaturas em folhas de mudas de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, mostraram que fêmeas fertilizadas podem chegar a 43 dias de vida e ovipositar até 51 ovos durante esse período, e ovos provenientes de fêmea não fertilizadas irão gerar sempre machos, ou seja, reprodução assexuada de forma arrenótoca (Ansaloni e Perring, 2004).

2.5 Estratégias de dispersão de *Aceria guerreronis*

A dispersão de ácaros pode ocorrer de forma involuntária ou voluntária, podendo esta primeira ocorrer por ação antrópica ao se levar material vegetal infestado de um local para outro (Moraes e Fleckmann, 2008). A segunda forma pode ocorrer de diversas formas quando se varia a distância, ocorrendo por meio do caminhar quando em curtas distâncias, e fatores abióticos como vento ou bióticos via forésia contribuem para o deslocamento em longas distâncias (Moraes e Fleckmann, 2008).

Apesar de sua mobilidade limitada, tanto por conta de seu tamanho quanto por seu menor número de pernas, quando se trata de dispersão intraplanta, o caminhar permite que os ácaros transitem de um fruto para o outro ou mesmo de um cacho para o outro, normalmente indo de frutos mais velhos para mais novos (Melo *et al.*, 2012). A maioria dos frutos não se distanciam mais que 20 cm quando em um mesmo cacho e cerca de 60% destes se tocam via espiguetas, estas atuando como pontes para esta migração (Galvão *et al.*, 2012).

O vento é uma importante ferramenta de dispersão para a colonização de novas plantas, aonde estudos em laboratório utilizando um túnel de vento mostrou que um maior número de ácaros pode ser recapturado com uma velocidade do vento entre 3 e 4 m/s (Moore e Howard,

1996; Galvão *et al.*, 2012). Estudos conduzidos anteriormente com plantas que cresciam entre 20 e 370 metros da linha do mar mostraram diferentes graus de infestação à medida que se afastava as plantas da área de ventos fortes, reduzindo de 45% para 0 (Mariau E Julia, 1970).

Durante esta fase de migração os ácaros tornam-se vulneráveis a dissecação pelas condições climáticas, a predação por ácaros das famílias Phytoseiidae e Ascidae, bem como a exposição aos produtos fitossanitários aplicados sobre as plantas, criando assim uma oportunidade, mesmo que curta, para o controle desses indivíduos (Melo *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2012)

2.6 Perdas ocasionadas pela infestação

O *A. guerreronis* alimenta-se das células da epiderme na região meristemática logo abaixo das brácteas, e essa alimentação causa um dos principais sintomas da infestação, a formação de uma mancha triangular clorótica que surge no epicarpo após a brácteas e que tende a evoluir em uma mancha amarronzada necrótica, de superfície áspera, com ranhuras e rachaduras longitudinais, podendo também exsudar goma, e se estender até a extremidade final do fruto (Moore e Howard, 1996).

A ação da herbivoria do ácaro nos frutos causa um dano direto que ocasiona redução no tamanho e deformações nos frutos, e em casos graves, o abortamento destes, o que pode gerar perdas de mais 60% na produção e os frutos destinados ao comércio como coco-verde tem alta rejeição pelo mercado consumidor (Rezende *et al.*, 2016). Estudos feitos no México afirmam uma perda 25% no peso da copra e outros feitos na Índia relatam também um encurtamento das fibras do mesocarpo, o que causam perdas de ordem primária e secundário nos produtos oriundos do processamento do coco (Rosas *et al.*, 1992; Naseema Beevi *et al.*, 2003).

Como um efeito secundário, as injúrias causadas pelo *A. guerreronis* podem facilitar o estabelecimento de um outro artrópode-praga nos frutos, *Atheloca bondari* (Lepidoptera: Pyralidae), onde estudos mostraram que mesmo que as fêmeas adultas não busquem especificamente frutos infestados para ovipositar, as lagartas deslocam-se nos cachos em busca dos frutos com injúria de *A. guerreronis* (Paz-Neto *et al.*, 2022). A entrada da lagarta de *A. bondari* nos frutos infestados pelo ácaro é facilitada devido as ranhuras da necrose no epicarpo, essa infestação posterior desse inseto aumenta a proporção de frutos abortados (Paz-Neto *et al.*, 2020).

2.7 Controle químico

Dentre as principais formas de controle do *A. guerreronis*, a mais amplamente utilizada é o uso de produtos fitossanitários químicos, entretanto por conta de seu hábito abrigado com as colônias se desenvolvendo sob as brácteas, tem-se uma barreira física que reduz a chance de contato do ácaro com o acaricida, fazendo com que sejam necessárias pulverizações periódicas, o que aumenta os custos de produção (Silva *et al.*, 2017). Outro fator que contribui nos custos e na dificuldade de controle é o porte elevado de determinadas variedades comuns de coqueiro, o que pode prejudicar a logística dos monitoramentos e pulverizações (Navia *et al.*, 2013).

Dos 41 produtos registrados para o controle de *A. guerreronis*, que também podem ser encontrados para o nome erroneamente registrado “*Eriophyes guerreronis*”, cerca de 63% são a base dos mesmos ingredientes ativos, sendo estes Abamectina e Espirodiclofeno, onde está primeira lidera com 34% dos formulados (AGROFIT, 2025).

A Abamectina é um composto secundário proveniente da fermentação gerada pela bactéria *Streptomyces avermitilis*, tendo indicação para diversas culturas agrícolas e plantas ornamentais, e afetando organismos-pragas que vão de ácaros e insetos a nematoides. Sua ação ocorre no sistema nervoso, onde atua como modulador alostérico do canal de cloreto ativado por glutamato (GluCl), o que significa que irá causar um aumento na permeabilidade dos íons cloreto, gerando uma hiperpolarização da membrana celular e abrindo os canais de cloreto controlados pelo ácido-gamaaminobutírico (GABA). Esse aumento do fluxo nas sinapses do sistema no sistema neuromuscular em artrópodes ocasiona uma paralisia que leva à morte dos mesmos (BPDB, 2025; Cerna-Chávez *et al.*, 2024).

Como forma de traspor a dificuldade gerada pelo hábito de vida dos ácaros, se faz necessário a utilização de produtos que mantenham seus efeitos por mais tempo nas áreas pulverizadas, principalmente sobre frutos jovens ainda não infestados, de forma que o efeito residual do produto seja suficiente para causar efeitos letais durante a migração dos ácaros. Entretanto, a Abamectina é considerada como um composto que tende a ter baixa persistência no meio-ambiente, sugerindo-se a adição de adjuvantes em caldas de acaricida como forma de melhorar a performance da aplicação (Silva *et al.*, 2017; BPDB, 2025).

2.8 Adjuvantes

Adjuvantes são substâncias ou compostos que não tenham funções fitossanitárias que ao serem adicionados as caldas de pulverização melhoram a eficiência dela, sendo divididos

naqueles irão modificar as propriedades de superfície dos líquidos (surfactantes, espalhante etc.) e aqueles que terão efeitos aditivos na absorção na cutícula por conta de sua ação direta (óleos mineral ou vegetal, ureia etc.) (Kissmann, 1998; Vargas *et al.*, 2006).

Os surfactantes ou tensoativos são um grupo de adjuvantes que irão atuar na redução da tensão superficial das gotas de produto aplicado permitindo que ocorra um espalhamento mais uniforme do produto nas folhas, facilitação na absorção e redução da deriva durante as aplicações, e destes podemos citar os adjuvantes siliconados e organossiliconados como exemplos de moléculas utilizadas como surfactantes (Daltin, 2011).

Os óleos vegetais, bem como os minerais, estão inclusos no grupo dos agentes de penetração, dissolvendo os lipídios presentes na cutícula das folhas e permitindo uma maior absorção produto, bem como tendo efeitos redutores de deriva, espalhantes, umectantes, e são uma alternativa de baixo custo para o produtor, onde temos o óleo de soja com um dos mais utilizados no Brasil (Vargas *et al.*, 2006; Hazen, 2000).

Aceria guerreronis é um ácaro de difícil controle por conta de seu hábito abrigado, onde apenas durante sua dispersão em busca de novas fontes de alimento, tem-se um curto período em que ele fica exposto a se contaminar com os produtos fitossanitários aplicados. Sendo assim, o presente estudo buscou compreender qual o tempo mínimo de exposição ao produto VERTIMEC® 18 EC é necessário para causar letalidade e se os adjuvantes Silwet AG e Speed Oil contribuiram para o aumento do tempo de permanência da letalidade da molécula quando exposta a condições de campo.

3 OBJETIVOS

Determinar o tempo de exposição de *A. guerreronis* ao produto comercial VERTIMEC® 18 EC (Abamectina) necessário para causar mortalidade até 12h, e qual o potencial de aumento da permanência do produto em condições de campo quando combinada aos adjuvantes Silwet e Speed Oil.

4 MATERIAIS E METODOS

4.1 Coleta dos ácaros

Cocos infestados coletados periodicamente em duas localidades, sendo estas no Campus do Pici – UFC e em área produtiva localizada no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, estado de Ceará, de plantas provenientes de áreas não pulverizadas com acaricidas ou

inseticidas durante os meses de setembro a dezembro. A coleta teve de ocorrer nas duas localidades por questões logísticas e para ser possível dar prosseguimento aos bioensaios. Os frutos infestados, entre 3 e 4 meses, foram coletados, transportados para o laboratório, armazenados sobre refrigeração, sendo utilizados em até uma semana.

4.2 Bioensaio de efeito do tempo de exposição sobre a sobrevivência de *A. guerreronis*

Fragmentos de folíolos oriundos da folha xx de planta de coqueiro-anão verde foram previamente imersos (metodologia adaptada 022 IRAc) nos diferentes tratamentos: VERTIMEC® 18 EC (Abamectina) (dose recomendada para *A. guerreronis*, 300 ml/ha) e Controle com água destilada. Depois da imersão, os fragmentos foram deixados secar expostos ao ar por 20 minutos, para então ser feita a montagem das unidades experimentais.

Arenas experimentais constituídas por placas de Petri (9 cm de diâmetro) com um fragmento de folíolo de *C. nucifera* (2x4cm) circuncidado por cola entomológica (Coleagro) postos sobre papel filtro e esponja hidrofílica úmida foram utilizadas. A metodologia utilizada é uma adaptação a metodologia proposta por Monteiro *et al* (2012), onde é viável a utilização de folíolos em substituição dos frutos para bioensaios de sobrevivência em *A. guerreronis*.

Para cada arena experimental foram transferidos 30 indivíduos de maior tamanho de *A. guerreronis*, o que segundo a literatura se supõem serem adultos, foram expostos ao resíduo do produto por diferentes tempos de exposição: 15 min, 30 min, 60 min e 120 min. Após cada tempo de exposição os ácaros foram transferidos para uma nova arena experimental igual a anterior, contudo o fragmento de folíolo não foi tratado com acaricida. A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 12h, os ácaros foram considerados mortos quando não apresentaram nenhuma movimentação mesmo após excitação com pincel. Foi utilizado o período de 12h para as avaliações a fim de reduzir as perdas de ácaros por fuga.

Os tratamentos do bioensaio foram repetidos entre 5 e 3 vezes, com esse número reduzindo com o aumento do tempo de exposição e aconteceu principalmente pela alta taxa de fuga dos ácaros. A cada repetição foram utilizadas 10 unidades experimentais por tratamento.

4.3 Bioensaio de tempo residual em campo

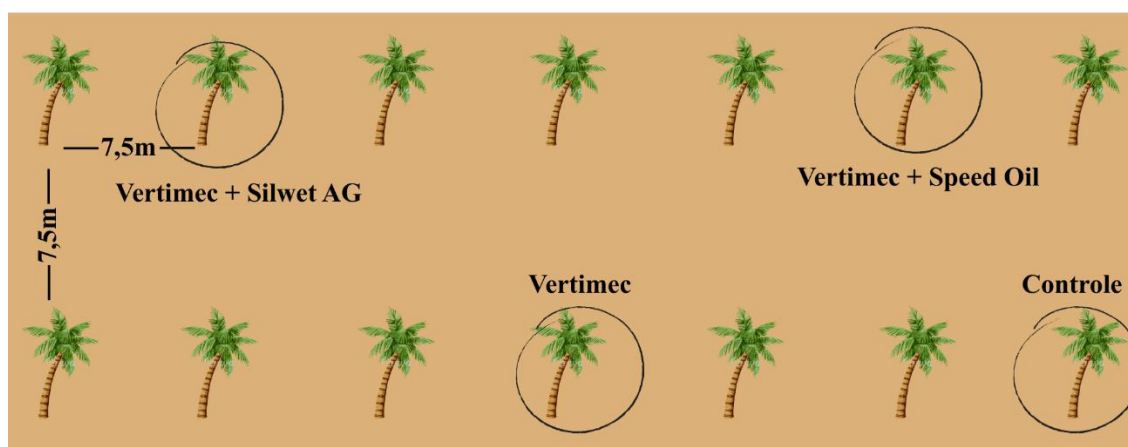
4.3.1 Caracterização da área experimental:

Foram utilizadas plantas da área de fruticultura do setor de Horticultura da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil. A área contém duas linhas de coqueiro-anão verdes (*Cocos nucifera* var. *nana*) com 2 anos de idade um total de 12 plantas em um espaçamento de 7,5m x 7,5m. Foram selecionadas 4 plantas em caminhamento

zigue-zague, aonde cada uma das plantas representou um dos tratamentos. Foram selecionados os folíolos da folha 10 que não apresentavam sinal de herbivoria ou lesão mecânica para a montagem dos bioensaios. As plantas foram identificadas com placas informando o tratamento e que estavam pulverizadas com produtos fitossanitário.

Localizado dentro região da cidade de Fortaleza-CE o clima se caracteriza como Tropical Litorâneo Úmido. Durante a condução do bioensaio em campo as condições ambientais foram monitoradas por meio da Estação meteorológica da UFC. Foram registradas médias máximas de temperatura de 32,9°C e mínimas de 24,5°C, umidade relativa do ar entre 60,1% e 80,8%, e chuvas leves nos dias 11/12 e 17/12 de 1,2mm e 2,2 mm respectivamente.

Figura 1 – Croqui da área experimental



4.3.2 Caracterização dos produtos:

Foram utilizados o acaricida VERTIMEC® 18 EC (Abamectina), produto com registro para *A. guerreronis* na cultura do coqueiro, o adjuvante Speed Oil é um produto da classe puro óleo, composto de 96% de óleo de soja e 4% de emulsificante, e que age como um adesivo, umectante, penetrante, redutor de deriva e espalhante e o adjuvante Silwet AG é um adjuvante organossiliconado que atua como surfactante, espalhante, penetrante e umectante. Os adjuvantes foram selecionados pelo frequente uso entre os produtores em campo.

4.3.3 Bioensaio:

Foram feitos 4 tratamentos, (1) Controle negativo (apenas com água); (2) Controle positivo (VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha)); (3) Abamectina + Silwet (VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha + Silwet 0,25 % v/v) e (4) Abamectina + Speed Oil (VERTIMEC® 18 EC (300 ml/ha + Speed Oil 0,25 % v/v).

Em função da logística, o bioensaio foi montado em duas datas, no dia 09 de dezembro foi realizada a primeira pulverização das plantas, onde foram aplicados os tratamentos de Controle negativo e positivo, e Abamectina + Speed Oil. No dia 16 de dezembro o Controle negativo e Abamectina + Silwet. As pulverizações ocorreram ao final da tarde, utilizando um pulverizador costal do modelo GPE 2000 da Intech Machine, sob uma pressão de trabalho entre 0,2 e 0,4 Mpa, sendo pulverizadas três folhas do terço médio de cada planta até o ponto de escorrimento.

As unidades experimentais foram as mesmas utilizadas no bioensaio “**Bioensaio de tempo de contaminação e mortalidade**” com os folíolos coletados nos tempos de 24h, 72h e 144h após pulverizados para a montagem das unidades experimentais, 30 indivíduos de maior tamanho de *A. guerreronis*. A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 12h, os ácaros foram considerados mortos quando não apresentaram nenhuma movimentação mesmo após excitação com pincel.

Foi feita apenas uma repetição para cada tratamento, exceto controle com água, ocorrendo apenas uma pulverização para cada. Foram utilizadas 20 unidades experimentais por tempo em cada tratamento.

4.4 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R. Os dados de mortalidade foram avaliados quanto à sua distribuição e apresentaram assimetria não atendendo aos pressupostos de normalidade exigidos por modelos paramétricos. As diferenças na mortalidade foram analisadas por meio do teste não paramétrico de Kruskal–Wallis em todos os bioensaios. No experimento de tempo de exposição, o tratamento foi considerado como fator explicativo, com cinco níveis (Controle, Vertimec 15 min, Vertimec 30 min, Vertimec 60 min e Vertimec 120 min), sendo avaliada a proporção de mortalidade entre os tratamentos. Quando detectado efeito significativo, as comparações múltiplas foram conduzidas por meio do teste de Dunn, com ajuste dos valores de p pelo método de Holm, adotando-se nível de significância de 5%.

No experimento de campo, os tratamentos também foram considerados como fator, avaliando-se inicialmente a diferença entre a presença ou ausência de adjuvante e, posteriormente, a variação da mortalidade ao longo das avaliações (24h, 72h e 144h). Quando detectado efeito significativo, as comparações múltiplas foram conduzidas por meio do teste de Dunn, com ajuste dos valores de p pelo método de Holm, adotando-se nível de

significância de 5%.

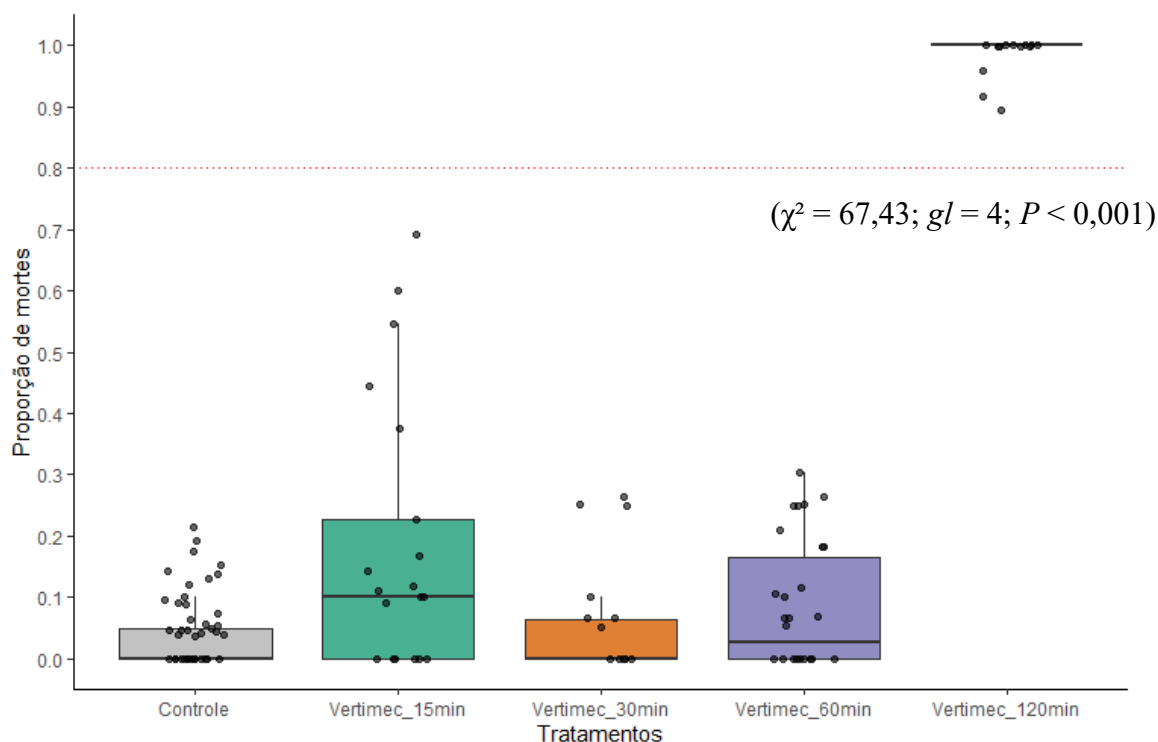
Nos casos em que apenas dois tratamentos foram comparados (Controle e Vertimec + Silwet), o teste de Wilcoxon rank-sum foi utilizado como procedimento equivalente para confirmação dos resultados. Isso ocorreu por conta das diferentes datas de pulverização e diferentes situações climatológicas.

5 RESULTADOS

5.1 Bioensaio de efeito do tempo de exposição sobre a sobrevivência de *A. guerreronis*

A mortalidade (Figura 2) diferiu significativamente entre os tratamentos ($\chi^2 = 67,43$; $gl = 4$; $P < 0,001$). O tratamento com 120 min apresentou mortalidade significativamente maior que todos os demais tratamentos avaliados sendo o único tempo de exposição que promoveu o mínimo de 80% de mortalidade. Em comparação ao controle, observou-se aumento significativo da mortalidade nos tratamentos com 15 min e 120 min ($p < 0,01$), enquanto os tratamentos com 30 min e 60 min ($p > 0,05$) não diferiram significativa entre o controle e entre si, evidenciando efeito do aumento do tempo de exposição sobre a mortalidade. A alta mortalidade observada no tratamento de 15 min pode ter sido ocasionada pela manipulação repetida em um curto período.

Figura 2 - Mortalidade por tempo de exposição

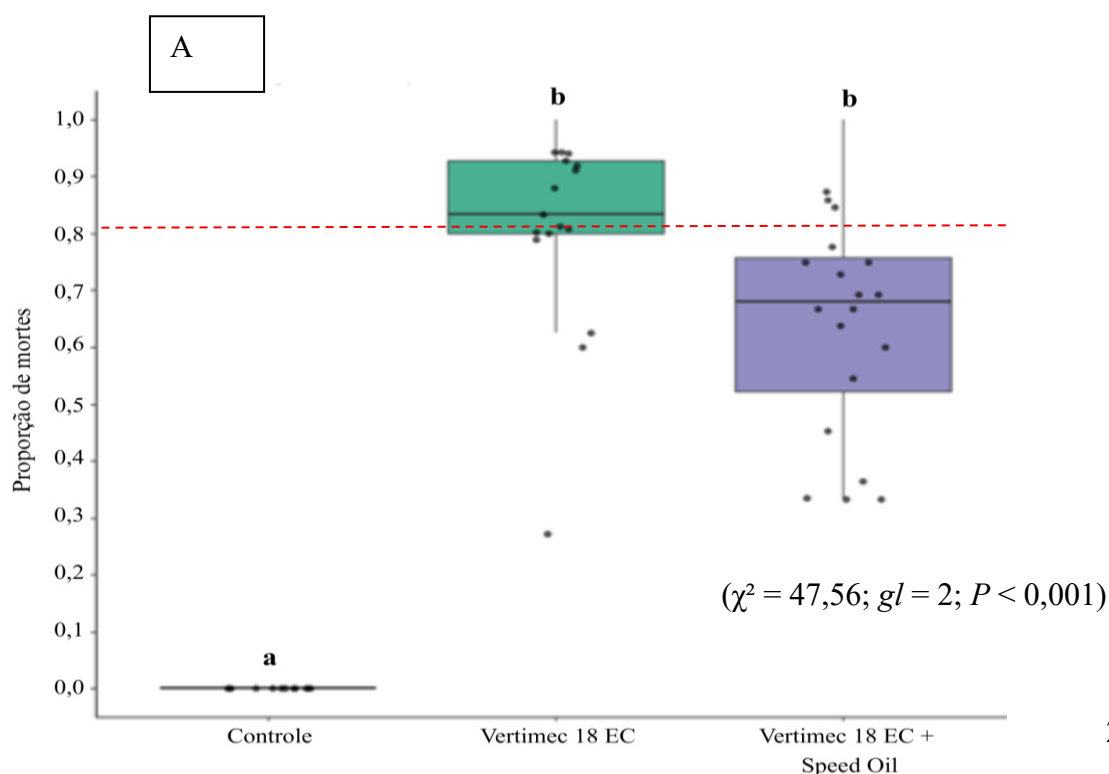


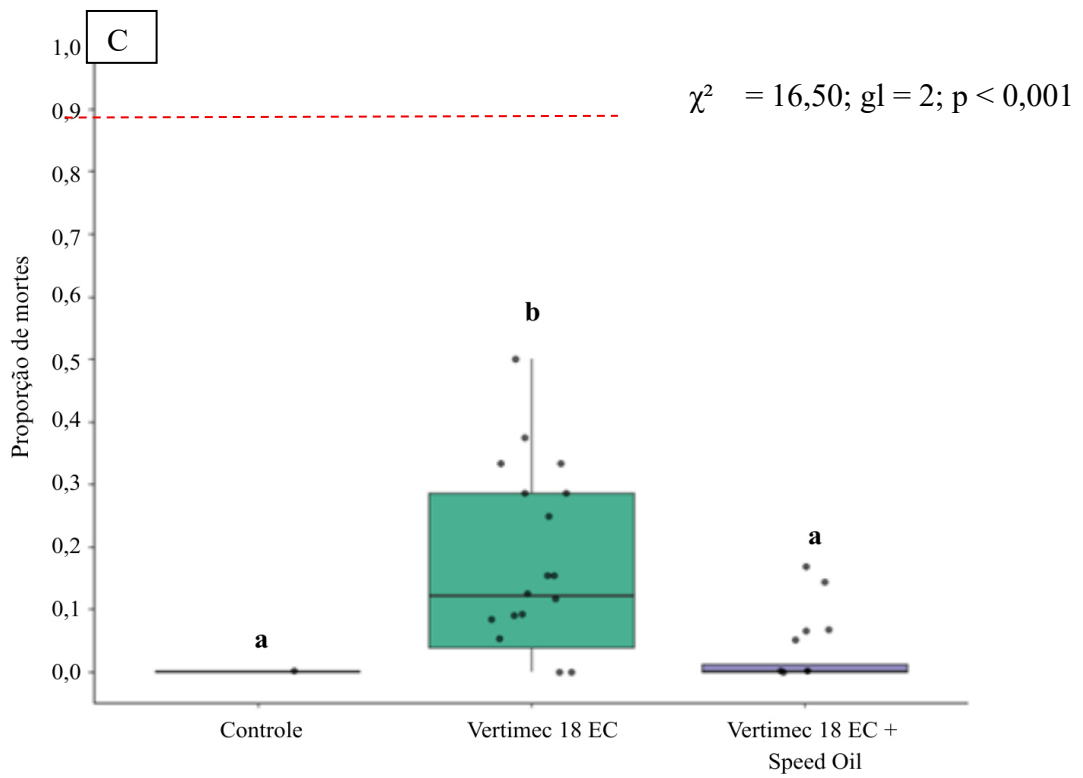
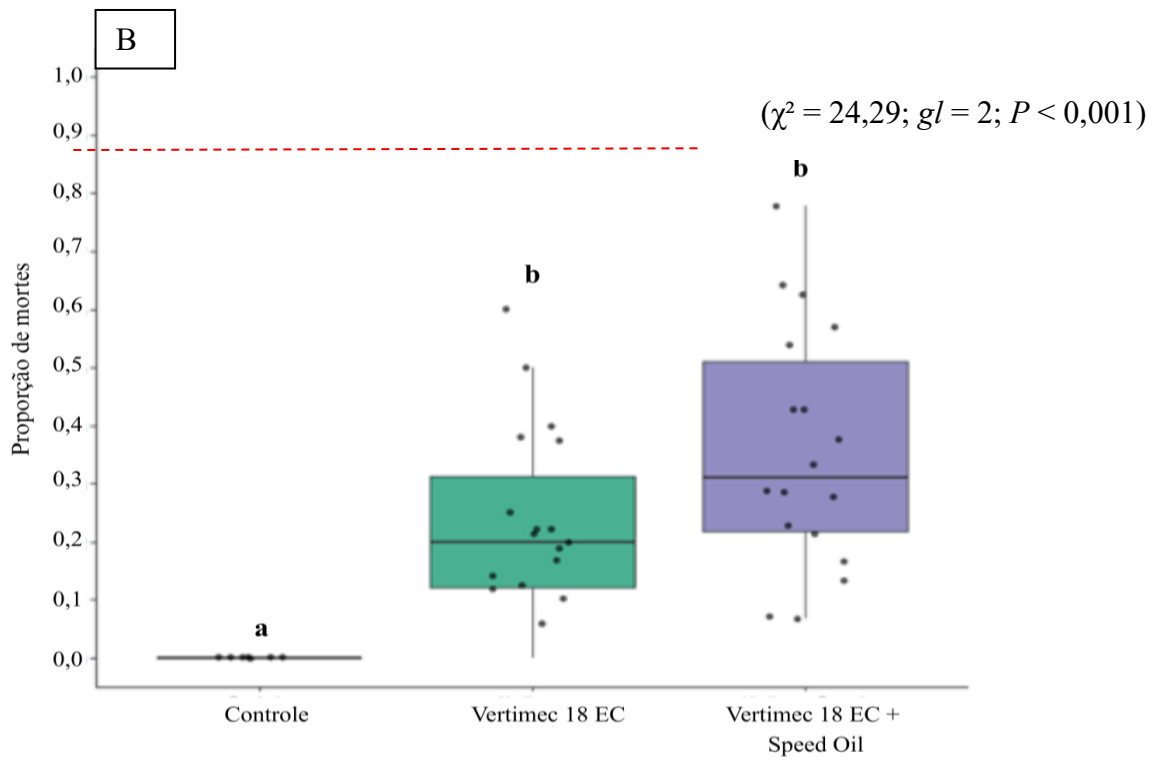
5.2 Bioensaio de tempo residual em campo e sobrevivência de *A. guerreronis*

5.2.1 Aplicação VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil

A proporção de mortalidade diferiu significativamente entre os tratamentos ao longo das três avaliações realizadas no experimento de campo. Na primeira avaliação, 24h após aplicação (Figura 3A), observou-se efeito significativo dos tratamentos ($\chi^2 = 47,56$; $gl = 2$; $P < 0,001$) com mortalidade significativamente maior nos tratamentos VERTIMEC® 18 EC (81%) e VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil (64%) (Figura 3A) em comparação ao Controle, sem diferença significativa entre VERTIMEC® 18 EC e VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil ($P = 0,074$). Na segunda avaliação 72h após aplicação, a mortalidade novamente diferiu entre os tratamentos ($\chi^2 = 24,29$; $gl = 2$; $P < 0,001$), mantendo-se o padrão (Figura 3B), com ambos os tratamentos Vertimec e Vertimec + Speed Oil apresentando respectivamente 22% e 35% mortalidade, também sem diferença entre eles ($P = 0,072$). Entretanto, no terceiro dia de avaliação, 144h após aplicação, observou-se uma mudança nas respostas (Figura 3C), onde o tratamento VERTIMEC® 18 EC apresentou mortalidade superior ao VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil ($P = 0,001$) com 16% e 2,4% de mortalidade, respectivamente. A mortalidade observada no VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil não diferiu ($\chi^2 = 16,50$; $gl = 2$; $p < 0,001$), nem mesmo do tratamento controle ($P = 0,447$).

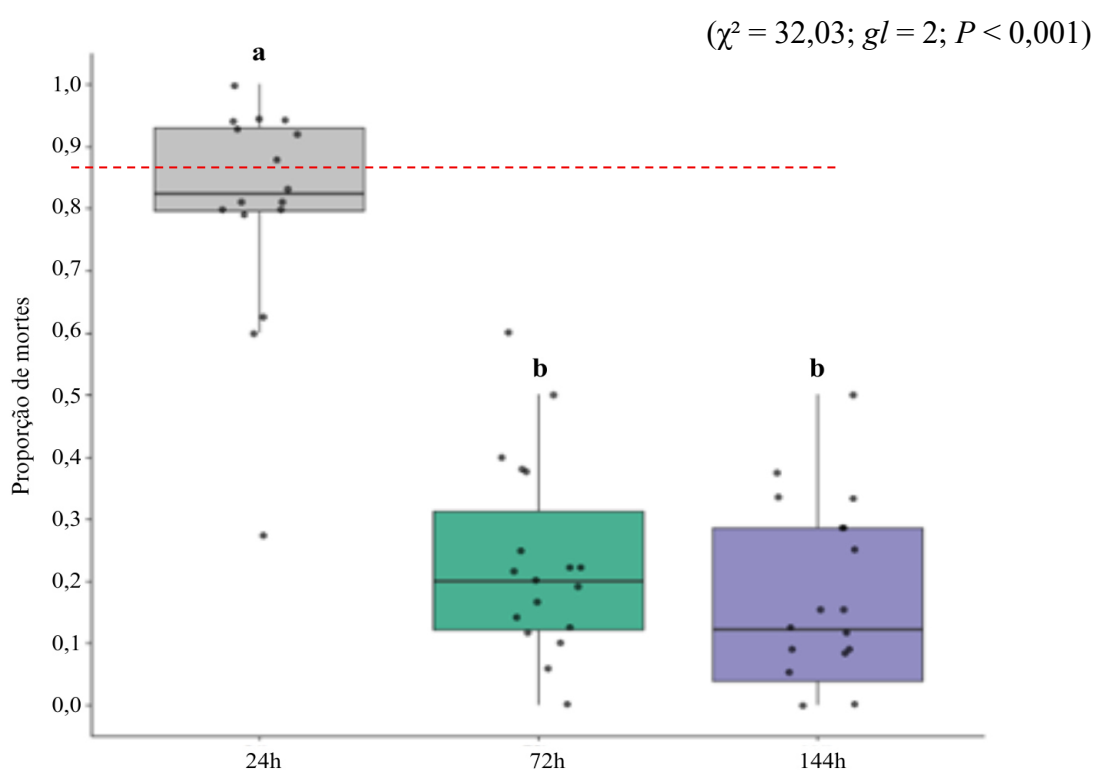
Figura 3 – Efeito residual de VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil na mortalidade de *A. guerreronis* ao longo do tempo: (A) 24h, (B) 72h e (C) 144h após aplicação.





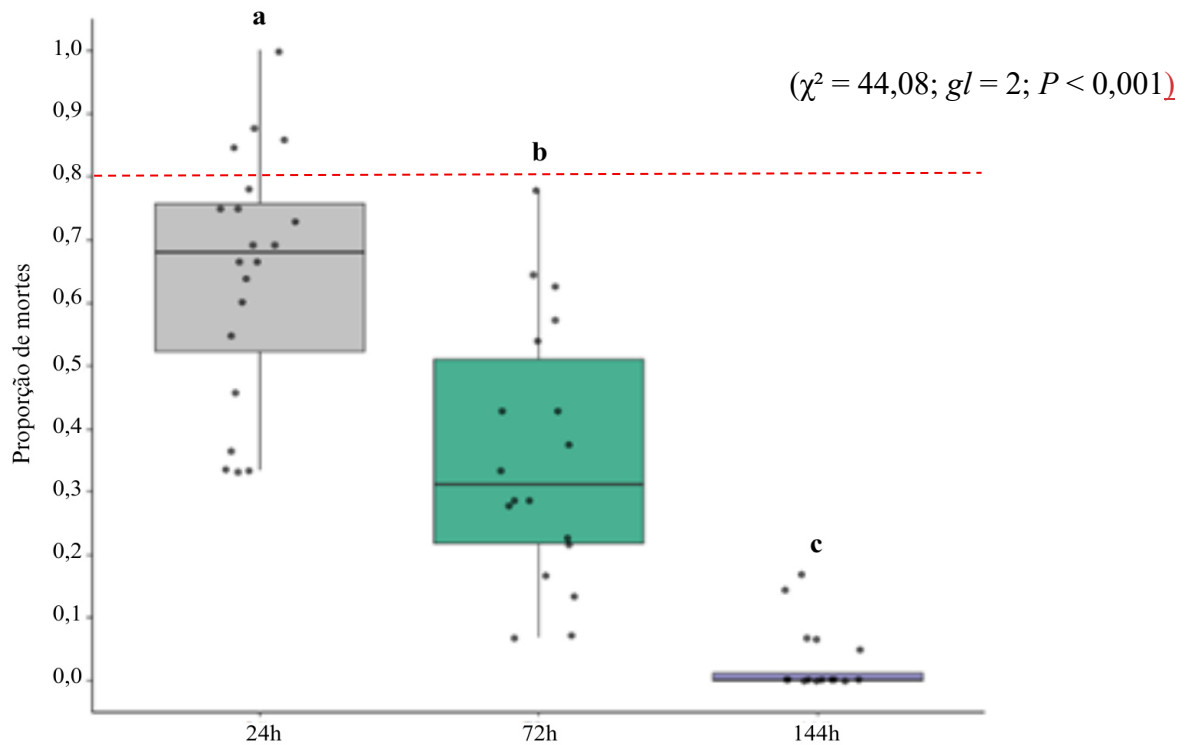
Houve um decréscimo na mortalidade ao longo do tempo em ambos os tratamentos, onde VERTIMEC® 18 EC aplicado sem a presença de adjuvantes, a proporção de mortalidade diferiu significativamente entre os tempos avaliados ($\chi^2 = 32,03$; $gl = 2$; $P < 0,001$). Observou-se mortalidade significativamente maior em 24 h em comparação a 72 h e 144 h, enquanto não houve diferença significativa entre 72 h e 144 h ($P = 0,333$). A redução da mortalidade com o passar do tempo indica menor tempo de resíduo em campo, com tendência de estabilização entre 72 h e 144 h (Figura 4).

Figura 4 – Efeito residual na mortalidade de VERTIMEC® 18 EC ao longo do tempo



O tratamento VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil, a proporção de mortalidade também diferiu significativamente entre os tempos avaliados ($\chi^2 = 44,08$; $gl = 2$; $P < 0,001$). Nesse caso, a mortalidade em 144 h foi significativamente menor à observada em 24 h e 72 h ($P < 0,001$), e a mortalidade em 72 h também foi significativamente menor do que em 24 h ($P = 0,012$) (Figura 5).

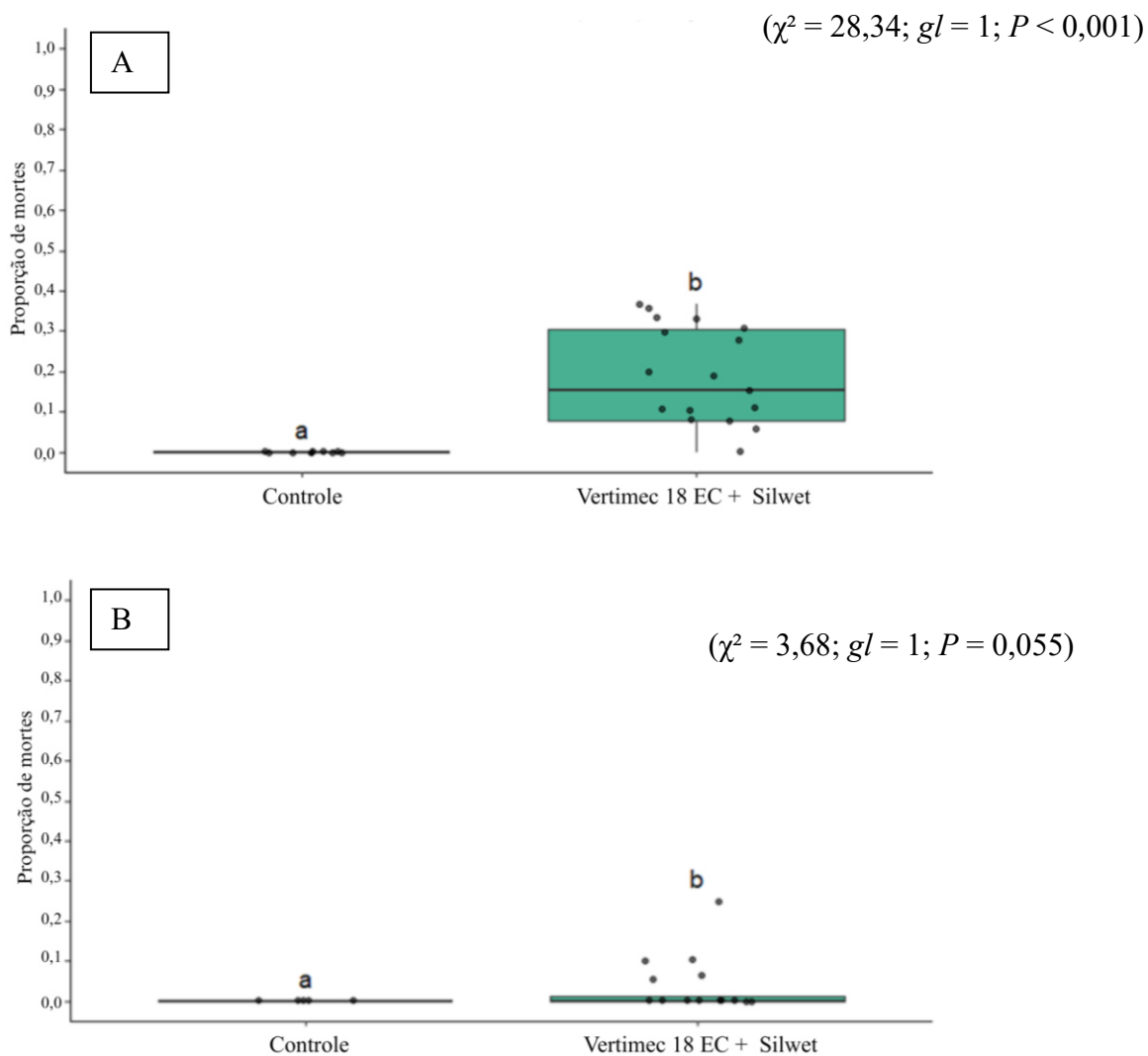
Figura 5 - Efeito residual na mortalidade de VERTIMEC® 18 EC + Speed Oil



5.2.2 Aplicação VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG

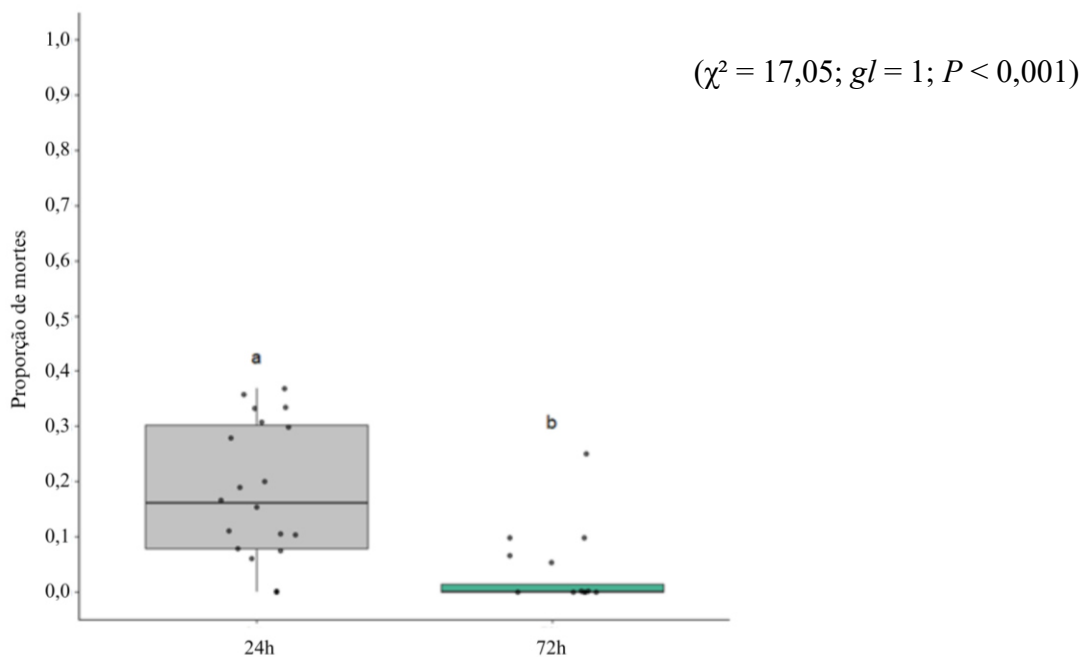
Para o tratamento VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG, a proporção de mortalidade diferiu do tratamento controle ($\chi^2 = 28,34; gl = 1; P < 0,001$), com mortalidade média de apenas 17% (Figura 6A). Em 72 h após a pulverização, embora estatisticamente significativa ($\chi^2 = 3,68; gl = 1; P = 0,055$), a proporção de mortalidade ficou baixa e muito próxima ao controle, não justificando assim avaliar o tempo de 144h (Figura 6B).

Figura 6 - Efeito residual de VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG na mortalidade de *A. guerreronis* ao longo do tempo: (A) 24h, (C)72h após aplicação.



O efeito residual de VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG é observado na proporção de mortalidade onde a mortalidade em 24h foi significativamente maior que em 72h ($\chi^2 = 17,05; gl = 1; P < 0,001$), embora muito baixa em ambos os tempos avaliados (Figura 7).

Figura 7 - Efeito residual na mortalidade de VERTIMEC® 18 EC + Silwet AG



6 DISCUSSÃO

Aceria guerreronis é um ácaro-praga com hábito de vida classificado como abrigado, colonizando a região meristemática dos frutos do coqueiro, onde permanece protegida, saindo apenas durante o processo de dispersão (Teodoro *et al.*, 2014; MOORE E HOWARD, 1996). A dispersão ocorre para a colonização de novos frutos, momento em que os indivíduos deixam a região do perianto, permanecem temporariamente na epiderme do fruto e, em seguida, deslocam-se para um novo fruto, caminhando novamente em direção ao abrigo sob as brácteas (Melo *et al.*, 2012). Assim, durante a dispersão, a espécie encontra-se mais exposta às intempéries ambientais e às práticas de manejo fitossanitário. Dessa forma, o manejo químico de *A. guerreronis* é sustentado principalmente pelo contato dos indivíduos com a epiderme do fruto contaminada pelo produto fitossanitário. No entanto, o tempo de permanência da espécie em caminhada sobre a epiderme tende a ser relativamente curto.

Neste trabalho encontramos que uma exposição de *A. guerreronis* a Abamectina entre 1h e 2h é suficiente para causar uma mortalidade de quase 100%, mesmo 12h após serem retirados do contato com a superfície contaminada. A baixa motilidade do ácaro, tanto por seu

tamanho quanto pelo menor número de pernas, pode ser um fator que contribui para que o ácaro tenha um maior tempo de contato com as superfícies contaminadas, pois mesmo utilizando-se do vento durante a dispersão, o ácaro ainda precisa se deslocar até a zona abrigada das brácteas (Melo et al, 20).

Segundo Schmidt-Jeffris *et al.* (2021) ao testarem em bioensaios laboratoriais a Abamectina em populações de *Tetranychus urticae* na cultura da melancia observaram a que ainda havia efeito residual mesmo após 21 dias do tratamento. Entretanto, sabe-se pouco sobre a permanência da Abamectina quando exposta a condições ambientais adversas, principalmente com a chuva e altas temperaturas.

Segundo Escalada *et al.* (2008), a Abamectina é considerada um composto de baixa persistência no ambiente e pode ser degradada por fotorradiação por luz UV de ondas curtas, o que pode explicar a queda acentuada do efeito residual do produto VERTIMEC 18 EC ao longo dos dias de avaliação. Outro fator que pode ter influenciado nessa baixa permanência foram as chuvas ocorridas 48h após a primeira aplicação em campo com os tratamentos Controle negativo, VERTIMEC 18 EC e VERTIMEC 18 EC + Speed Oil e 12h após segunda com os tratamentos Controle e VERTIMEC 18 EC + Silwet AG. As chuvas, mesmo leves podem ter causado um efeito de lavagem das folhas, o qual não foi impedido pela presença de ambos os adjuvantes.

Adjuvantes podem ter diversas funções ao serem adicionados as caldas de inseticidas/acaricidas, podendo ser uma possível estratégias para aumentar o tempo residual de moléculas no campo, o que no contexto de controle de *A. guerreronis*, pois alguns estudos mostram que intervalos de aplicação mais longos podem reduzir os custos de produção das áreas produtivas (Melo *et al.*, 2012). Outro fator relativo ao controle do ácaro é a não previsibilidade do momento de dispersão, pois como uma das características da cultura, sempre existem frutos em idade susceptível a infestação e sempre há necessidade de proteger esses frutos.

A calda formada por VERTIMEC 18 EC + Speed Oil não mostrou uma performance dentro do previsto, e apesar de não diferir estatisticamente do tratamento apenas com VERTIMEC 18 EC em 24h e 72h após aplicação, a mortalidade do efeito residual foi maior que o tratamento com VERTIMEC 18 EC apenas na segunda avaliação, e igualando ao controle as 114h. Os mecanismos e interações entre produtos fitossanitários ainda foram pouco estudados, mas é possível que as doses recomendadas pelos fabricantes possam ainda

não ser as ideais para a utilização em campo, ademais efeitos climáticos não controlados também podem ser fontes de interferência na atuação de ambos os produtos.

A calda composta por VERTIMEC 18 EC + Silwet AG não obteve um bom desempenho com relação ao efeito residual, o que provavelmente pode ter ocorrido por conta de chuvas leves 12 e 18h após a aplicação. Os surfactantes constituídos por copolímeros de silicone têm como principal função reduzir a tensão superficial da água, para aumentar o molhamento e a absorção em superfícies hidrofóbicas, essa característica em combinação com temperaturas mais amenas da noite, umidade mais alta e chuvas leves podem ter colaborado para a perda do produto por lavagem (Daltin, 2011).

Apesar das funções exercidas pelos adjuvantes testados possivelmente terem continuado operando normalmente, não foi possível observar um efeito de prolongamento do residual da Abamectina quando combinada com estes, mostrando que ainda é necessário compreender melhor as interações adjuvante-acaricidas e como elas se comportam em situações em que os efeitos climáticos não podem ser controlados total ou parcialmente.

7 CONCLUSÃO

Para o produto comercial Vertimec 18 EC em sua dose de bula, foi possível determinar que entre 1 e 2 horas de exposição de *A. guerreronis* tem-se efeitos na mortalidade, podendo chegar próxima a 100%. Os adjuvantes Speed Oil e Silwet AG não prolongaram o efeito residual quando combinado ao VERTIMEC 18 EC em condições de campo, entretanto mais estudos são necessários para compreender a relação entre os adjuvantes e acaricidas, bem como o comportamento destes quando sujeitos fatores abióticos não controlados.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT - **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 19/11/2025
- ALCASID-QUIÑONES, Rochelle E. *et al.* Development of immune gene-linked SSR markers for coconut scale insects (*Aspidiotus destructor* and *Aspidiotus rigidus*) toward comprehensive genetic analysis. **International Journal of Tropical Insect Science**, p. 1-9, 2025.
- ANSALONI, Tommaso; PERRING, Thomas M. Biology of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) on queen palm, *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). **International Journal of Acarology**, v. 30, n. 1, p. 63-70, 2004.
- ARAGÃO, W. M. (Ed.). *Coco: pós-colheita*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.
- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. de O. *Água-de-coco*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 32 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 24).
- BPDB: **Biopesticides DataBase. The University of Hertfordshire - Hatfield, Hertfordshire, The United Kingdom.** Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/Reports/8.htm>. Acesso em: 26/12/2025
- BRAINER, M. S. C. P.; XIMENES, L. F. Produção de coco: soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, v. 127, n. 5, p. 1-15, out. 2020.
- BRAINER, M. S. C. P. Coco: produção e mercado. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, v. 206, n. 6, p. 1-13, dez. 2021.
- CERNA-CHÁVEZ, Ernesto *et al.* Potential of *Streptomyces avermitilis*: a review on avermectin production and its biocidal effect. **Metabolites**, v. 14, n. 7, p. 374, 2024.
- DA SILVA, Diego Jorge *et al.* Bioecology of the parasitism of *Billaea rhynchophorae* (Blanchard, 1937) (Diptera: Tachinidae) in *Rhynchophorus palmarum* (L., 1758) (Coleoptera: Curculionidae) in Brazil. **Scientia Plena**, v. 21, n. 7, 2025.
- DALTIN, Decio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. Editora Blucher, 2011.
- DE FRANÇA-BELTRÃO, Girleide V. *et al.* First biological report on *Steneotarsonemus concavuscutum* (Tarsonemidae): A mite inhabiting the perianth of coconut fruits. **Systematic and Applied Acarology**, v. 30, n. 2, p. 215-223, 2025.
- DE AZEVEDO, Adria Oliveira *et al.* Aerial dispersal of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): Influence of biotic and abiotic factors, dispersal potential and colonization rate. **Systematic and Applied Acarology**, v. 27, n. 11, p. 2166-2179, 2022.
- DE MORAES, Gilberto José; FLETHMANN, Carlos Holger Wenzel. Características biológicas gerais dos ácaros. In: de Moraes GJ, Flethmann CWH (eds) *Manual de*

- Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos, Ribeirão Preto, pp 64–7, 2008
- DE SANTANA, S. W. J. *et al.* Infestation of coconut fruits by *Aceria guerreronis* enhances the pest status of the coconut moth *Atheloca subrufella*. **Annals of applied biology**, v. 155, n. 2, p. 277-284, 2009.
- ESCALADA, J. P.; GIANOTTI, J.; PAJARES, A.; MASSAD, W. A.; AMAT-GUERRI, F.; GARCÍA, N. A. Photodegradation of the acaricide abamectin: a kinetic study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 56, n. 16, p. 7355–7359, 2008.
- GALVÃO, Andréia S.; GONDIM JR, Manoel GC; MICHEREFF, Sami J. Escala diagramática de dano de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 723-728, 2008.
- GALVÃO, Andréia S. *et al.* Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 1, p. 1-13, 2012.
- GALVÃO, ANDRÉIA SERRA. **Bioecologia de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) e de seus potenciais predadores**. 2009. Tese de Doutorado. PhD Thesis, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- GALVÃO, Andréia S. *et al.* Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 54, n. 4, p. 373-384, 2011.
- HAQ, M. A.; SUMANGALA, K.; RAMANI, N. Coconut mite invasion, injury and distribution. 2002.
- HAZEN, J. L. Adjuvants: Terminology, Classification, and Chemistry. *Weed Technology*, v. 14, n. 4, p. 773–784, 2000.
- HERNÁNDEZ, Roque F. Combate químico del eriófido del cocotero *Aceria* (Eriophyes) *guerreronis* (K.) en la Costa de Guerrero. **Agricultura Técnica en México**, v. 4, p. 23-28, 1977.
- KISSMANN, Kurt Gottfried. **ADJUVANTES PARA CALDAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**. 1998.
- LAWSON-BALAGBO, L. M. *et al.* Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis*: fine scale distribution and association with other mites under the perianth. **Biological Control**, v. 43, n. 1, p. 102-110, 2007.
- LAWSON-BALAGBO, L. M. *et al.* Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, n. 1, p. 83-96, 2008.
- LIMA, Debora B. *et al.* Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 56, n. 3, p. 233-246, 2012.

- LIMA, Debora B. et al. Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 56, n. 3, p. 233-246, 2012.
- HOWARD, Forrest W. et al. Sap-feeders on palms. **Insects on palms**, p. 109-232, 2001.
- IBGE. **Produção de Coco-da-baía**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/br>. Acesso em: 5 jan. 2026.
- MANSON, D. C. M.; OLDFIELD, G. N. Biology and ecology 1.4. 1 Life forms, deuteroecy, diapause and seasonal development. In: **World crop pests**. Elsevier, 1996. p. 173-183.
- MARTINS, C. R.; JESUS, L. A. de. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. *E-book*. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 19/11/2025.
- MARIAU, Dominique; JULIA, Jean-François. L'acarose a *Aceria guerreronis* (Keifer), ravageur du cocotier. 1970.
- MELO, José Wagner S. et al. Removal of bunches or spikelets is not effective for the control of *Aceria guerreronis*. **HortScience**, v. 47, n. 5, p. 626-630, 2012.
- MELO, J. W. S. et al. Limits to ambulatory displacement of coconut mites in absence and presence of food-related cues. **Experimental and Applied Acarology**, v. 62, n. 4, p. 449-461, 2014.
- MELO, J. W. S. et al. Host finding behaviour of the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 64, n. 4, p. 445-454, 2014.
- MELO, José WS et al. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International journal of acarology**, v. 44, n. 4-5, p. 146-149, 2018
- MONTEIRO, Vaneska B. et al. Residual bioassay to assess the toxicity of acaricides against *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) under laboratory conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1419-1425, 2012.
- MOORE, D. Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. 2000.
- MOORE, D.; HOWARD, F.W. (1996) Coconuts. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) Eriophyoid mites: their biology natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, pp 561–570
- MOORE, D.; ALEXANDER, L.; HALL, R. A. The coconut mite, *Eriophyes guerreronis* Keifer in St. Lucia: yield losses and attempts to control it with acaricide, polybutene and *Hirsutella* fungus. **International Journal of Pest Management**, v. 35, n. 1, p. 83-89, 1989.

NASEEMA BEEVI, S. *et al.* Status of eriophyid mite in Kerala-Resume of work done. In: **Coconut eriophyid mite: issues and strategies. Proceedings of the international workshop on coconut mite. Bangalore.** 2003. p. 64-75.

NAVIA, D. *et al.* First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 409-411, 2011.

NÁVIA, Denise *et al.* Acarofauna associada a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) de algumas localidades das Américas. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 349-354, 2005.

NAVIA D, de Moraes GJ; QUERINO RB (2009) Geographic pattern of morphological variation of the coconut mite, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), using multivariate morphometry. *Braz J Biol* 69:773–783

OEHLSCHLAGER, A. C. *et al.* Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). **Florida Entomologist**, p. 507-513, 2002.

OLIVEIRA, Rone Batista de. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. 2011.

PASSOS, E. E. M. Morfologia. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK. D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (org.). *A cultura do coqueiro no Brasil*. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 2018. p. 81-90

PAUL, Ambily; MATHEW, Thomas Biju. Loss of husk, quality of fibre and coir due to the infestation of coconut eriophyid mite (*Aceria guerreronis* Keifer). 2002.

PAZ-NETO, Antônio de Almeida *et al.* Mite damage provides refuges and affects preference and performance of a subsequent herbivorous moth. **Journal of Applied Entomology**, v. 146, n. 8, p. 930-941, 2022.

RAMARAJU, K. *et al.* Studies on coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tamil Nadu, India. 2002.

REZENDE, Daniela *et al.* Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v. 69, n. 3, p. 297-310, 2016.

REZENDE, D. D. M.; REZENDE, DANIELA DUARTE MONTEIRO. Perdas ocasionadas por *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.) e taxonomia integrativa de ácaros predadores (Phytoseitoae). 2014.

ROSAS, L. S.; ACEVEDO, J. L. R.; BARAJAS, R. B. Valoración del daño causado por *Eriophyes (Aceria) guerreronis* a una huerta de palma de coco (*Cocos nucifera*) donde se aplico *Hirsutella thompsonii*. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE LOS ACAROS Y OTRAS PLAGAS DEL COCOTERO Y SUS POSSIBLES METODOS DE LUCHA, 1., 1992, Guantanamo. **Resúmenes**. Cuba: Centro de Información y Documentación Agropecuario del Instituto de Investigaciones de Cítricos y Otros Frutales, 1992. p. 266.

SCHMIDT-JEFFRIS, Rebecca A. et al. Residual activity of acaricides for controlling spider mites in watermelon and their impacts on resident predatory mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 2, p. 818-827, 2021.

SILVA, V. F. *et al.* Targeting hidden pests: acaricides against the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 1, p. 207-215, 2017.

TEODORO, A.V., Maria, J., FERREIRA, S., 2014. Aspectos bioecológicos e manejo do ácaro-da-necrose-do-coqueiro *aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). Comunicado 135 Técnico. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014.

VAN LEEUWEN, Thomas *et al.* The control of eriophyoid mites: state of the art and future challenges. *Experimental and Applied Acarology*, v. 51, n. 1, p. 205-224, 2010.

VARGAS, Leandro et al. Conceitos e aplicações dos adjuvantes. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.